



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 5月14日

出願番号

Application Number:

特願2001-143084

出願人

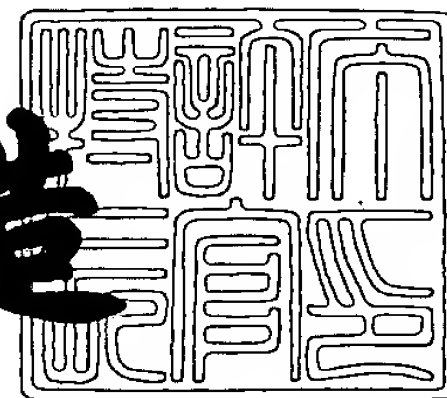
Applicant(s):

株式会社ニコン
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3070905

【書類名】 特許願

【整理番号】 010909

【提出日】 平成13年 5月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 23/225

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式
 会社内

 【氏名】 中筋 護

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 野路 伸治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 吉川 省二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 金馬 利文

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100091063

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 英夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100096068

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 住江

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置及び該装置を用いた半導体デバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一次光学系により複数の一次電子線を試料に照射し、試料から放出される二次電子線を、対物レンズを通過後に E X B 分離器で二次光学系に投入し、投入後少なくとも一段のレンズで複数の二次電子線間の間隔を拡大し、複数の検出器で検出する電子線装置であって、

対物レンズに少なくとも 3 つの異なる励起電圧を個別に供給して、第 1 の方向に平行なパターン・エッジを第 2 の方向に走査したときに得られる、二次電子線の強度に対応する電気信号の立ち上がり幅を表す少なくとも 3 つのデータを測定することを特徴とする電子線装置。

【請求項 2】 試料に対向して複数の鏡筒が配置された電子線装置であって、鏡筒は、請求項 1 記載の電子線装置であり、

各鏡筒の一次光学系が、試料上に複数の一次電子線を、他の鏡筒とは異なる位置に照射するよう構成されていることを特徴とする電子線装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の電子線装置において、

電子線装置は、ウエハ上のパターンが帯電している状態で、対物レンズの励起条件を求めるよう構成されていることを特徴とする電子線装置。

【請求項 4】 一次光学系により複数の一次電子線を試料に照射し、試料から放出される二次電子線を、対物レンズを通過後に E X B 分離器で二次光学系に投入し、投入後少なくとも一段のレンズで複数の二次電子線間の間隔を拡大し、複数の検出器で検出する電子線装置であって、

対物レンズは、アースに近い第 1 の電圧が印加される第 1 の電極と、第 1 の電圧より大きい第 2 の電圧が印加される第 2 の電極とを備え、第 1 の電極に印加される第 1 の電圧を変化させることによって、対物レンズの焦点距離が変化されるよう構成されており、

対物レンズを励起する励起手段は、対物レンズの焦点距離を大きく変化させる

ために第 2 の電極に印加する電圧を変更する手段と、焦点距離を短時間で変化させるために第 1 の電極に印加する電圧を変更する手段とを備えることを特徴とする電子線装置。

【請求項 5】 半導体デバイスの製造方法において、請求項 1 ～ 4 いずれかに記載の電子線装置を用いて、プロセス途中又は終了後のウエハの評価を行うことを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、0.1 ミクロン以下の線幅を持つパターンの欠陥検査、CD 測定、合わせ精度測定、高時間分解能での電位測定等の諸評価を高スループット、高精度かつ高信頼性で行うことができる電子線装置及び該装置を用いたデバイス製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体ウエハ等の試料の表面に形成されたパターンの評価を、電子線による走査の結果を用いて高精度で行う場合、試料の高さの変化を考慮することが必要である。これは、試料の高さにより、該試料の表面上のパターンと該パターンに電子線を集束させる対物レンズとの間の距離が変化して、合焦条件はずれにより解像度が低下してしまい、正確な評価ができないためである。

これを解消するため、試料面に対して斜めに光を入射させ、その反射光を利用して試料の高さを測定し、その測定結果を、電子線を試料に集束させるための電子光学系に帰還させて、電子光学系の構成要素に供給する電流や電圧を制御することにより、電子光学系の焦点合わせを行う電子線装置はすでに提案されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、試料に対して斜めに光を入射させる方式においては、試料面と電子光学系の下面との間のスペースに、入射光を反射させるための、絶縁物を主

体とする光学部品を配置しなければならない。このためには、試料面と電子光学系の下面との間の間隔を必要以上に大きく取る必要があり、一方、間隔を大きくすると、電子光学系の収差等の問題が無視し得なくなる。したがって、電子光学系の焦点合わせと電子光学系の収差等の問題の解消とを同時に行うことが必要であるが、このような手法が未だ提案されていない。

また、電子光学系の焦点合わせは、試料面と電子光学系の下面との間の距離ばかりでなく、試料面上の帯電状態や、電子線の空間電荷効果をも考慮して行う必要があるので、電子光学系の焦点合わせに関係するパラメータを電子光学的に測定しないならば、誤差が発生する可能性がある。

【0004】

更に、電子光学系に含まれる磁気レンズの励磁電流を調整して焦点合わせを行う場合、この励磁電流を所定値に設定してから電子光学系の焦点距離が安定的に定まるまでの時間、即ち整定時間を長く取ることが必要であるため、高速で焦点合わせを行うことが困難であるという問題もあった。また、静電レンズの励起電圧を変えて電子光学系の焦点合わせを行う場合、静電レンズに印加された高電圧を変化させなければならないので、同様に、整定時間が長くなるという問題があった。さらにまた、電子線による評価は、スループットが低いという問題点もあった。

【0005】

本発明は、上記した種々の問題点を解決するために提案されたものであり、その目的は、電子光学的かつ短時間で電子光学系の焦点合わせを行うことができる電子線装置、及び該装置を用いた半導体デバイス製造方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明は、一次光学系により複数の一次電子線を試料に照射し、試料から放出される二次電子線を、対物レンズを通過後にE X B分離器で二次光学系に投入し、投入後少なくとも一段のレンズで複数の二次電子線間の間隔を拡大し、複数の検出器で検出する電子線装置であって、

対物レンズに少なくとも3つの異なる励起電圧を個別に供給して、第1の方向に平行なパターン・エッジを第2の方向に走査したときに得られる、二次電子線の強度に対応する電気信号の立ち上がり幅を表す少なくとも3つのデータを測定することを特徴とする電子線装置を提供する。これにより、電子光学系の焦点合わせを短時間で実行できる。

【0007】

上記した電子線装置を鏡筒として複数試料に対向して配置し、各鏡筒の一次光学系が、試料上に複数の一次電子線を、他の鏡筒とは異なる位置に照射するよう構成してもよい。これにより、スループットを向上させることができる。ている

また、電子線装置は、ウエハ上のパターンが帯電している状態で、対物レンズの励起条件を求めるよう構成されていることが好ましい。

【0008】

本発明はまた、一次光学系により複数の一次電子線を試料に照射し、試料から放出される二次電子線を、対物レンズを通過後にEXB分離器で二次光学系に投入し、投入後少なくとも一段のレンズで複数の二次電子線間の間隔を拡大し、複数の検出器で検出する電子線装置であって、

対物レンズは、アースに近い第1の電圧が印加される第1の電極と、第1の電圧より大きい第2の電圧が印加される第2の電極とを備え、第1の電極に印加される第1の電圧を変化させることによって、対物レンズの焦点距離が変化されるよう構成されており、

対物レンズを励起する励起手段は、対物レンズの焦点距離を大きく変化させるために第2の電極に印加する電圧を変更する手段と、焦点距離を短時間で変化させるために第1の電極に印加する電圧を変更する手段とを備えることを特徴とする電子線装置を提供する。

【0009】

本発明はさらに、上記した電子線装置を用いて、プロセス途中又は終了後のウエハの評価を行うことを特徴とする半導体デバイス製造方法も提供する。

【0010】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明に係る電子線装置の一実施形態を概略的に示す図であり、図 1 において、電子銃 1 から放出された電子線は、コンデンサ・レンズ 2 によって集束されて、点 4 においてクロスオーバを形成する。

コンデンサ・レンズ 2 の下方には、複数の小開口を有する第 1 のマルチ開口板 3 が配置され、これによって複数の一次電子線が形成される。第 1 のマルチ開口板 3 によって形成された一次電子線のそれぞれは、縮小レンズ 5 によって縮小されて、点 1 5 に投影される。一次電子線は、点 1 5 で合焦した後、対物レンズ 7 によって試料 8 に合焦される。第 1 のマルチ開口板 3 から出た複数の一次電子線は、縮小レンズ 5 と対物レンズ 7 との間に配置された偏向器 1 9 により偏向されて、x-y ステージ 2 0 上に載置された試料 8 の面上を同時に走査する。

【 0 0 1 1 】

縮小レンズ 5 及び対物レンズ 7 の像面湾曲収差の影響を無くすため、図 1 の (B) に示すように、第 1 のマルチ開口板 3 は、円周上に小開口が配置され、これらの x 軸上に投影した点は、等間隔となるように設定されている。

合焦された複数の一次電子線によって、試料 8 の複数の点が照射され、照射されたこれらの複数の点から放出された二次電子線は、対物レンズ 7 の電界に引かれて細く集束され、E X B 分離器 6 で偏向され、2 次光学系に投入される。2 次電子像は、点 1 5 より対物レンズ 7 に近い点 1 6 に焦点を結ぶ。これは、各一次電子線が試料面上で 5 0 0 e V のエネルギーを持っているのに対して、二次電子線が数 e V のエネルギーしか持っていないためである。

2 次光学系は、拡大レンズ 9、1 0 を有しており、これらの拡大レンズ 9、1 0 を通過した二次電子線は、第 2 のマルチ開口板 1 1 の複数の開口を通して、複数の電子検出器 1 2 に結像する。なお、図 1 の (B) に示すように、検出器 1 2 の前に配置された第 2 のマルチ開口板 1 1 に形成された複数の開口と、第 1 のマルチ開口板 3 に形成された複数の開口とは、1 対 1 に対応している。複数の検出器 1 2 がそれぞれ第 2 のマルチ開口板 1 1 の複数の開口に対向して配置されていることは、勿論である。

【 0 0 1 2 】

それぞれの検出器 1 2 は、検出した二次電子線を、その強度を表す電気信号へ

変換する。各検出器 12 から出力された電気信号は、増幅器 13 によってそれぞれ増幅された後、画像処理部 14 によって画像データへ変換される。画像処理部 14 には、一次電子線を偏向させるための走査信号が更に供給されるので、画像処理部 14 は、試料 8 の面を表す画像を生成することができる。この画像を標準パターンと比較することにより、試料 8 の欠陥を検出することができる。なお、30 は立上がり幅検出部であり、プロセス中は切り離されるが、初期焦点合わせのための励起電圧を決定する段階で動作する。該動作については、以降で詳細に説明する。

また、レジストレーションにより、試料 8 の被測定パターンを一次光学系の光軸の近くへ移動させ、ラインスキャンすることによって線幅評価信号を取り出し、これを適宜に校正することにより、試料 8 上のパターンの線幅を測定することができる。

【0013】

ここで、第 1 のマルチ開口板 3 の開口を通過した一次電子線を試料 8 の面上に合焦させ、試料 8 から放出された二次電子線を検出器 12 に結像させる際、一次光学系で生じる歪み、軸上色収差、及び視野非点という 3 つの収差による影響を最小にするよう、特に配慮する必要がある。

また、複数の一次電子線の間隔と二次光学系との関係については、一次電子線の間隔を、二次光学系の収差よりも大きい距離だけ離せば、複数の電子線間のクロストークを無くすることができる。

【0014】

対物レンズ 7 は、図 1 (c) に示したように、ユニポテンシャル・レンズであり、一次電子線を試料 8 の表面に集束させるため、対物レンズ 7 の中央電極には電源 28 から正の高電圧 V_0 (ボルト) が印加され、対物レンズ 7 の上側電極及び下側電極には、電源 29 からアース電位に近い小電圧である励起電圧 $\pm \Delta V_0$ が印加される。

電子銃 1、軸合わせ用偏向器 17、第 1 の開口板 3、コンデンサ・レンズ 2、偏向器 19、ウィーン・フィルタすなわち EXB 分離器 6、対物レンズ 7、軸対称電極 23、及び二次電子検出器 12 は、適宜のサイズの鏡筒 26 内に収納され

て、一つの電子線走査・検出系を構成する。なお、電子線走査・検出系の初期焦点合わせは、励起電圧 $\pm \Delta V_0$ を例えば-10ボルトに固定しておき、正電圧 V_0 を変化させることによって、実行することができる。

【0015】

上で説明したように、鏡筒26内の電子線走査・検出系は、試料8上のチップパターンを走査し、走査の結果として試料8から放出された二次電子線を検出して、その強度を表す電気信号を出力する。実際には、試料8の表面に複数のチップパターンが形成されているので、図1に示した電子線走査・検出系と同様の構成の電子線走査・検出系（図示せず）が複数、並列する形態で、相互の距離が試料8上のチップ寸法の整数倍の距離になるよう配置される。

電子線走査・検出系について更に説明すると、電子検出器12から出力された電気信号は、画像処理部14において、2値化情報へ変換され、この2値化情報を画像データに変換する。この結果、試料8の表面に形成された回路パターンの画像データが得られ、得られた画像データは、適宜の記憶手段に蓄積されると共に、基準の回路パターンと比較される。これにより、試料8上に形成された回路パターンの欠陥等を検出することができる。

【0016】

なお、試料8上の回路パターンを表す画像データとの比較のための基準回路パターンは、種々のものを使用することができる。例えば、当該画像データを生じる走査が行われた回路パターンを作製したCADデータから得られた画像データを用いることもできる。

【0017】

図1に示す電子線装置において、対物レンズ7の上側電極又は下側電極に印加すべき励起電圧 $\pm \Delta V_0$ の値は、CPU等の制御装置（不図示）の制御下で、以下のようにして決定される。

まず、試料8の表面に形成された任意の一つの回路パターン上に、第1の方向に平行なパターン・エッジと、この第1の方向に直交する第2の方向に平行なパターン・エッジとが存在する場所を、例えばパターン・データから読み出して特定する。

次いで、偏向器 1 9 及び E X B 分離器 6 を用いて、一次電子線により、第 1 の方向に平行なパターン・エッジを第 2 の方向に走査し、その結果放出された二次電子線の強度を表す電気信号を電子検出器 1 2 から取り出し、立上がり幅検出部 3 0 において、該電気信号の立上がり幅（単位：ミクロン）を測定する。同様に、第 2 の方向に平行なパターン・エッジについても、偏向器 1 9 及び E X B 分離器 6 を用いて、一次電子線により第 1 の方向に走査し、その結果放出された二次電子線の強度を表す電気信号を電子検出器 1 2 から取り出し、立上がり幅検出部 3 0 において、その電気信号の立上がり幅を測定する。この操作を、電圧 $\pm \Delta V_0$ を変更して、少なくとも 3 つの電圧値について行う。

【 0 0 1 8 】

制御装置（不図示）は、立上がり幅検出部 3 0 からのデータに基づいて、図 2 の（イ）に示すグラフ A 及び B を作成する。なお、グラフ A は、第 1 の方向に平行なパターン・エッジに関しての、 $\pm \Delta V_0$ それぞれに対する立上がり幅の関係を示したグラフであり、グラフ B は、第 2 の方向に平行なパターン・エッジに関しての、 $\pm \Delta V_0$ それぞれに対する立上がり幅の関係を示したグラフである。

電気信号の「立上がり幅」は、図 2 の（ロ）に示すように、励起電圧 $\pm \Delta V_0$ （及び高電圧 V_0 ）を固定した状態で、第 1 の方向（又は、第 2 の方向）に平行なパターン・エッジを第 2 の方向（又は、第 1 の方向）に走査したときに測定される電気信号が、その最大値の 1 2 % から 8 8 % まで変化するのに要する走査距離（単位：ミクロン）として表したものである。

【 0 0 1 9 】

図 2 の（イ）において、グラフ A は、励起電圧 $\pm \Delta V_0$ が $-\Delta V_0(x)$ のときに立上がり幅が最小であり、したがって、このときに立上りがもっとも鋭いことを示している。同様に、グラフ B は、励起電圧 $\pm \Delta V_0$ が $+\Delta V_0(y)$ のときに立上がり幅が最小であり、立上りが最も鋭いことを示している。したがって、対物レンズ 7 の焦点条件、即ち、上側電極及び下側電極に印加する電圧 $\pm \Delta V_0$ の値は、 $\{-\Delta V_0(x) + \Delta V_0(y)\} / 2$ に設定することが好ましい。

励起電圧 $\pm \Delta V_0$ は 0 ～ ± 20 V の範囲でしか変化しないので、上記のようにして対物レンズ 7 の整定を実際に行ったところ、10 マイクロ秒という高速で対

物レンズ 1 2 の整定を行うことができ、図 2 の (イ) のグラフ A 及び B を取得するのに、1 5 0 マイクロ秒しか要しなかった。

また、グラフ A 及び B を得るために、多数の $\pm \Delta V_0$ について測定を行う必要はなく、図 2 の (イ) に示すように、 $\pm \Delta V_0$ の 3 つの電圧値として、 $-\Delta V$ (1)、 $+\Delta V$ (2)、 $+\Delta V$ (3) を設定して立上がり幅を測定し、双曲線近似によりグラフ A 及び B を求め、立上り幅の最小値 $-\Delta V_0$ (x) 及び $+\Delta V_0$ (y) を求めればよい。その場合には、4 5 マイクロ秒程度で測定を行うことができる。

【0 0 2 0】

上記したように、図 2 の (イ) のグラフ A 及び B は、2 次曲線すなわち双曲線に近似している。立ち上がり幅を p (μm)、対物レンズ電圧 $\pm \Delta V_0$ を q (ボルト) とすると、グラフ A 及び B は、 a 、 b 及び c を定数として、

$$(p^2/a^2) - (q - c)^2/b^2 = 1$$

と表せる。そこで、3 つの q (電圧 $\pm \Delta V_0$) の値 q_1 、 q_2 、 q_3 と、それらに対応する p (立上がり幅) の値 p_1 、 p_2 、 p_3 を上記式に代入すると、次の 3 つの式

(1) ~ (3) が得られる。

$$(p_1^2/a^2) - (q_1 - c)^2/b^2 = 1 \quad (1)$$

$$(p_2^2/a^2) - (q_2 - c)^2/b^2 = 1 \quad (2)$$

$$(p_3^2/a^2) - (q_3 - c)^2/b^2 = 1 \quad (3)$$

これらの式 (1) ~ (3) から、 a 、 b 及び c の値が算出され、 $q = c$ のとき、最小値となる。

以上のようにして、立ち上がり幅 p が最小となる、第 1 の方向に平行なパターン・エッジに関する対物レンズへの励起電圧 ΔV_0 (x) を、3 つのレンズ条件で求めることができる。全く同様にして、第 2 の方向に平行なパターン・エッジに関する対物レンズ電圧 ΔV_0 (y) を求めることができる。

【0 0 2 1】

図 2 の (イ) のグラフ A 及び B に示したように、第 1 の方向に延存するパターン・エッジを第 2 の方向に走査したときと、第 2 の方向に延在するパターン・エッジを第 1 の方向に走査したときとで、立上がり幅が異なることが一般的である

。このような場合には、例えば、8極の非点補正レンズ21（図1）を設けて、該レンズ21に印加する電圧を調整することにより、パターン・エッジを第1の方向及び第2の方向に走査したときの電子検出器15からの電気信号の立上りが更に小さくなるように、非点補正を行うことが必要である。非点収差がほとんどない場合は、 $\Delta V_0(x)$ あるいは $\Delta V_0(y)$ のどちらかを求めればよいので、グラフA又はBのいずれかのみを求めてもよい。

【0022】

以上説明したように、電子線走査・検出系における焦点合わせを行い、その後、試料8の評価を行うプロセスに移行する。本方法では、光学的なZセンサではなく、電子光学的な手段で合焦条件を求めているため、試料が帯電している場合にも、正しい合焦条件が求められるという利点がある。

【0023】

なお、電子線走査・検出系を含んだ鏡筒26と同様の構成の鏡筒（不図示）を、該鏡筒26と並列する形で、互いの距離が試料8上のチップ・サイズの整数倍の距離になるよう配置した場合、それぞれの鏡筒において一次電子線が試料8上に合焦するよう焦点合わせを行う必要がある。しかしながら、こうした焦点合わせは、ほぼ同時に行うことが可能であるので、スループット・バジェットは、僅かな値でしかない。

【0024】

次に、本発明の半導体デバイス製造方法について説明する。本発明の半導体デバイス製造方法は、上記した電子線装置を用いて、図3及び図4を参照して以下に説明する半導体デバイス製造方法において実行されるものである。

半導体デバイス製造方法は、図3に示すように、概略的に分けると、ウエハを製造するウエハ製造工程S1、ウエハに必要な加工処理を行うウエハ・プロセッシング工程S2、露光に必要なマスクを製造するマスク製造工程S3、ウエハ上に形成されたチップを1個ずつに切り出し、動作可能にするチップ組立工程S4、及び完成したチップを検査するチップ検査工程S5によって構成されている。これら工程はそれぞれ、幾つかのサブ工程を含んでいる。

【0025】

上記した工程の中で、半導体デバイスの製造に決定的な影響を及ぼす工程は、ウエハ・プロセッシング工程 S 2 である。この工程において、設計された回路パターンをウエハ上に形成し、かつ、メモリや MPU として動作するチップを多数形成する。

このように半導体デバイスの製造に影響を及ぼすウエハ・プロセッシング工程 S 2 において加工されたウエハの加工状態を評価することが重要であり、該工程 S 2 は、以下のサブ工程を含んでいる。

【0026】

1. 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、あるいは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程（CVD やスパッタリングを用いる）
2. この薄膜層やウエハ基板を酸化する酸化工程
3. 薄膜層やウエハ基板等を選択的に加工するためのマスク（レクチル）を用いてレジスト・パターンを形成するリソグラフィ工程
4. レジスト・パターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程（例えば、ドライ・エッチング技術を用いる）
5. イオン・不純物注入拡散工程
6. レジスト剥離工程
7. 加工されたウエハを検査するウエハ検査工程。

なお、ウエハ・プロセッシング工程 S 2 のサブ工程は、必要な層数だけ繰り返し行われ、チップ組立工程 S 4 においてチップ毎に分離される前のウエハが形成される。

【0027】

図 4 は、図 3 のウエハ・プロセッシング工程のサブ工程であるリソグラフィ工程を示すフローチャートである。図 4 に示したように、リソグラフィ工程は、レジスト塗布工程 S 2 1、露光工程 S 2 2、現像工程 S 2 3、及びアニール工程 S 2 4 を含んでいる。

レジスト塗布工程 S 2 1 において、CVD やスパッタリングを用いて回路パターンが形成されたウエハ上にレジストを塗布し、露光工程 S 2 2 において、塗布されたレジストを露光する。そして、現像工程 S 2 3 において、露光されたレジ

ストを現像してレジスト・パターンを得、アニール工程 S 2 4 において、現像されたレジスト・パターンをアニールして安定化させる。これら工程 S 2 1 ~ S 2 4 は、必要な層数だけ繰り返し実行される。

【 0 0 2 8 】

本発明の半導体デバイス製造方法においては、図 1 及び図 2 を参照して説明した電子線装置を用いて、加工途中の工程（ウエハ検査工程）のみならず、完成したチップを検査するチップ検査工程 S 5 において用いることにより、微細なパターンを有する半導体デバイスであっても、歪み、ぼけ等が低減された画像を得ることができるので、ウエハの欠陥を確実に検出することができる。

以上の半導体デバイス製造工程、ウエハ・プロセッシング工程、リソグラフィ工程は周知のものであり、これ以上の説明を省略する。

【 0 0 2 9 】

上記した図 3 のウエハ検査工程及びチップ検査工程に対して、本発明に係る電子線装置を用いることにより、微細なパターンを有する半導体デバイスをも、高スループットで検査することができるので、全数検査が可能となり、製品の歩留りの向上、欠陥製品の出荷防止が可能となる。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

以上、本発明に係る電子線装置の実施の形態についての説明から理解されるように、本発明は、以下のような作用効果を奏することができる。

- （１）試料面の高さを測定するための光学式センサを使用する必要がないので、対物レンズと試料との間を電子光学系のみで最適設計することが可能になる。
- （２）電子線走査・検出系の焦点合わせは低電圧の調整のみで可能であるので、整定時間を短縮することができる、.即ち、短時間で焦点合わせを行うことができる。
- （３）必要に応じて、焦点合わせの操作の中で、非点補正をも短時間で行うことが可能である。
- （４）プロセス途中の試料を短時間で評価することができることになるので、デバイス製造の歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る電子線装置の一実施形態を概略的に示す図である。

【図 2】

(イ) は、対物レンズに印加する電圧と電気信号の立上り幅との間の関係を示すグラフであり、(ロ) は、電気信号の立上り幅を説明するための図である。

【図 3】

図 1 に示す電子線装置を用いた半導体デバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。

【図 4】

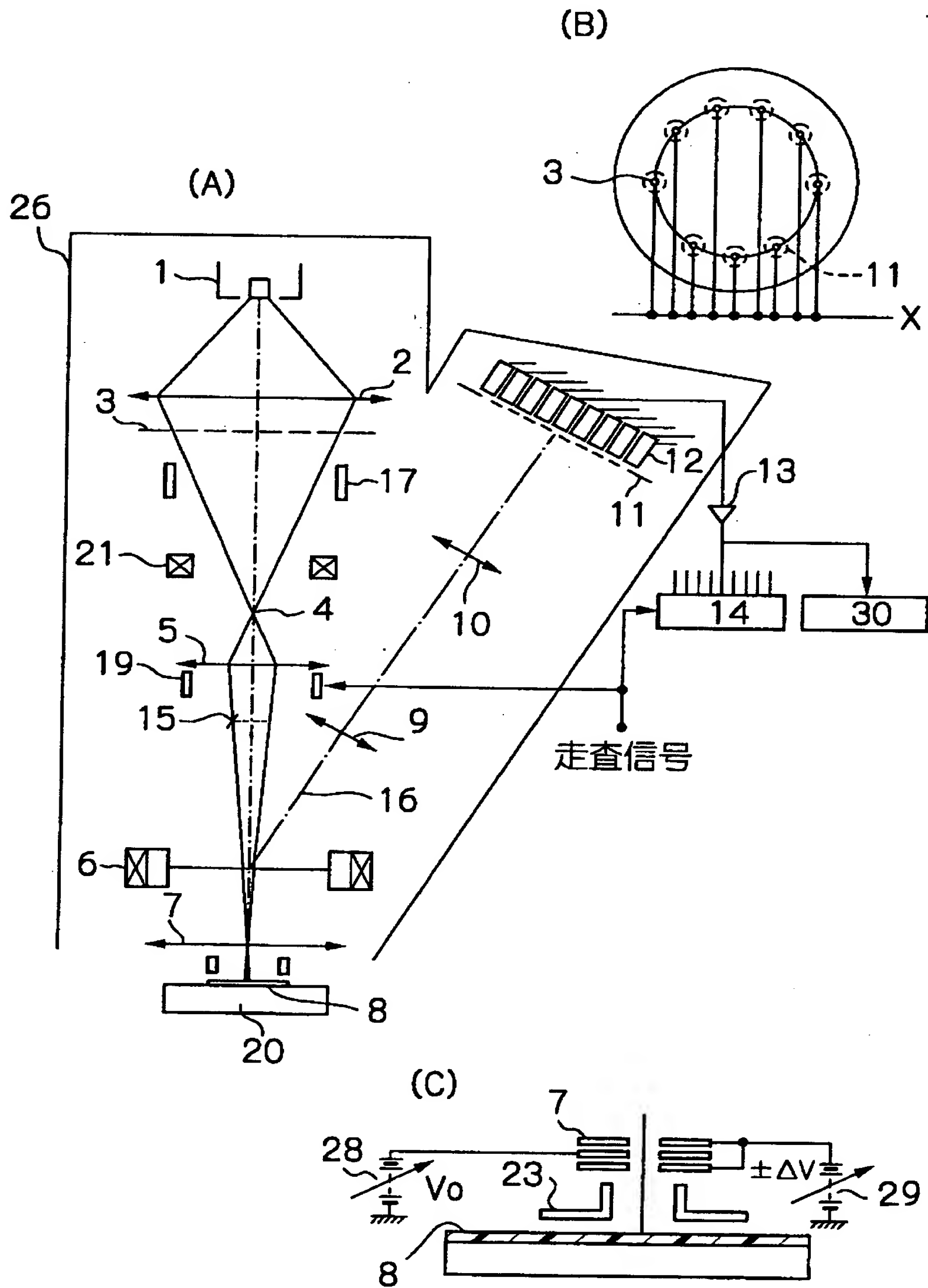
図 3 のウエハ・プロセッシング工程の中核をなすリングラフィ工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 : 電子銃 17 : 偏向器 21 : 非点補正レンズ
3 : 第 1 の開口板 2 : コンデンサ・レンズ 19 : 偏向器
6 : EXB 分離器 (ウィーン・フィルタ) 7 : 対物レンズ
23 : 軸対称電極 8 : 試料 20 : ステージ
12 : 二次電子検出器 26 : 鏡筒 28、29 : 電源
30 : 立上がり幅検出部

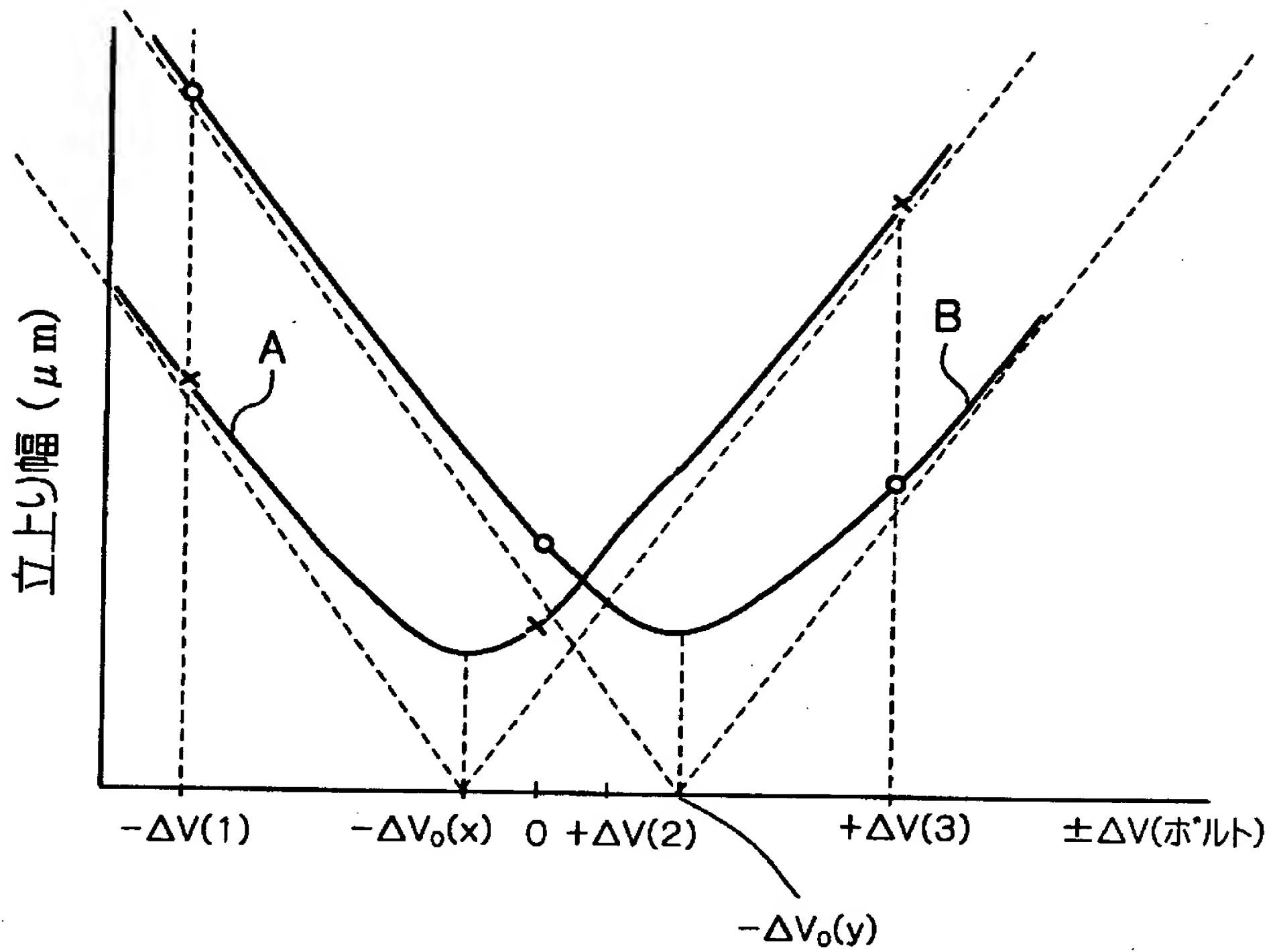
【書類名】 図面

【図 1】

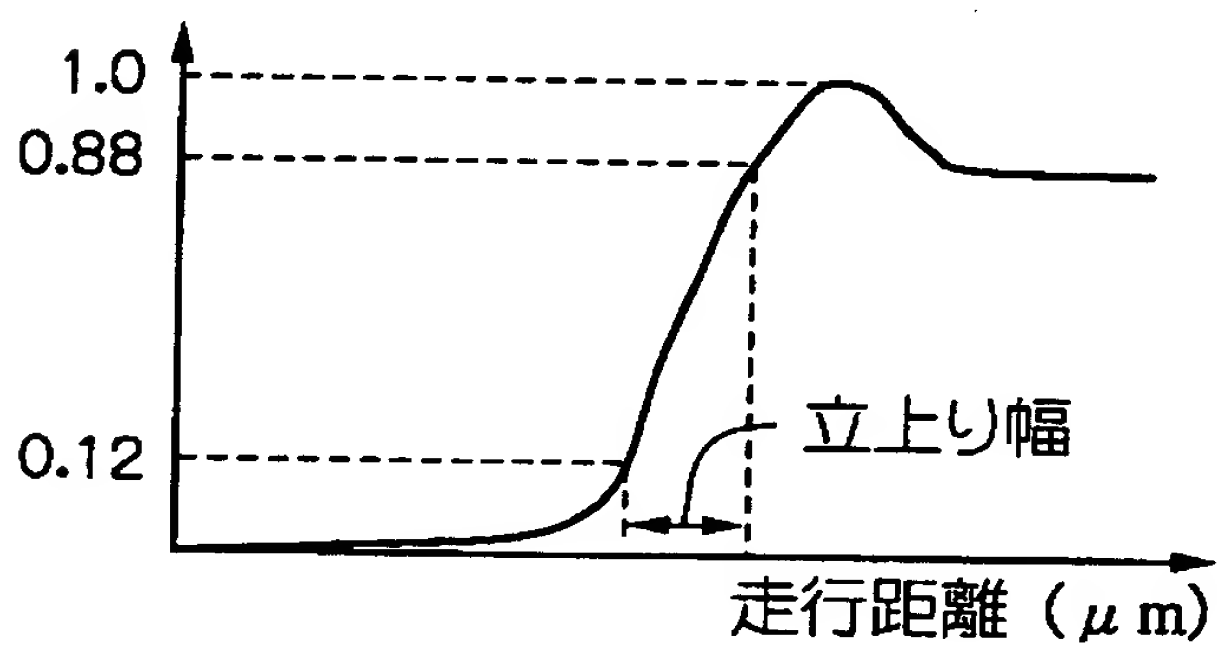


【図 2】

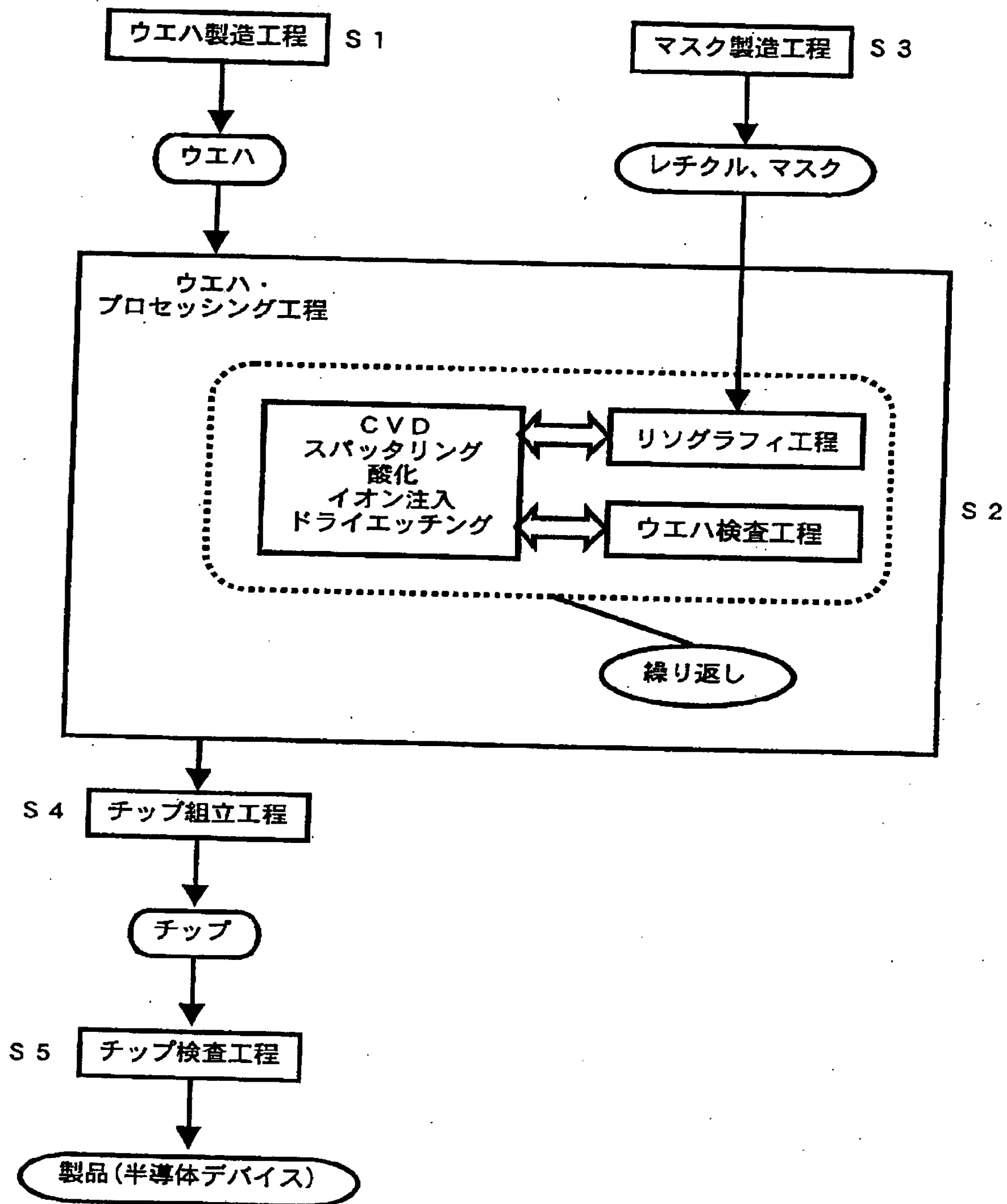
(イ)



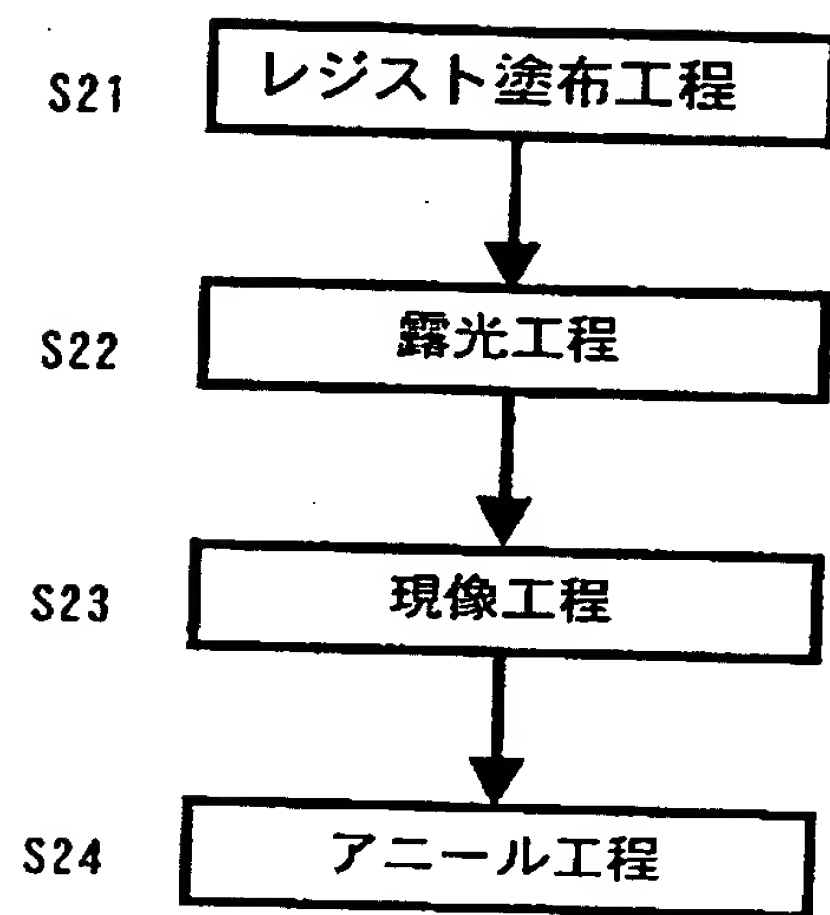
(ロ)



【図3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短時間で電子線装置の焦点合わせを行うこと。

【解決手段】 電子線装置は、試料 8 上のパターンを、対物レンズ 7 を含む電子光学系により複数の電子線で走査することにより、パターン評価を行う。このため、電子線装置は、第 1 の方向に平行なパターン・エッジを第 1 の方向と直交する第 2 の方向に走査したときの二次電子信号の立ち上がりが最も急峻になる第 1 の励起電圧と、第 2 の方向に平行なパターン・エッジを第 1 の方向に走査したときの二次電子信号の立ち上がりが最も急峻になる第 2 の励起電圧とを検出する検出手段と、第 1 の励起電圧と前記第 2 の励起電圧との平均を求める算出手段と、対物レンズを、前記の平均に等しい電圧で励起する励起手段とを具備する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名 株式会社荏原製作所